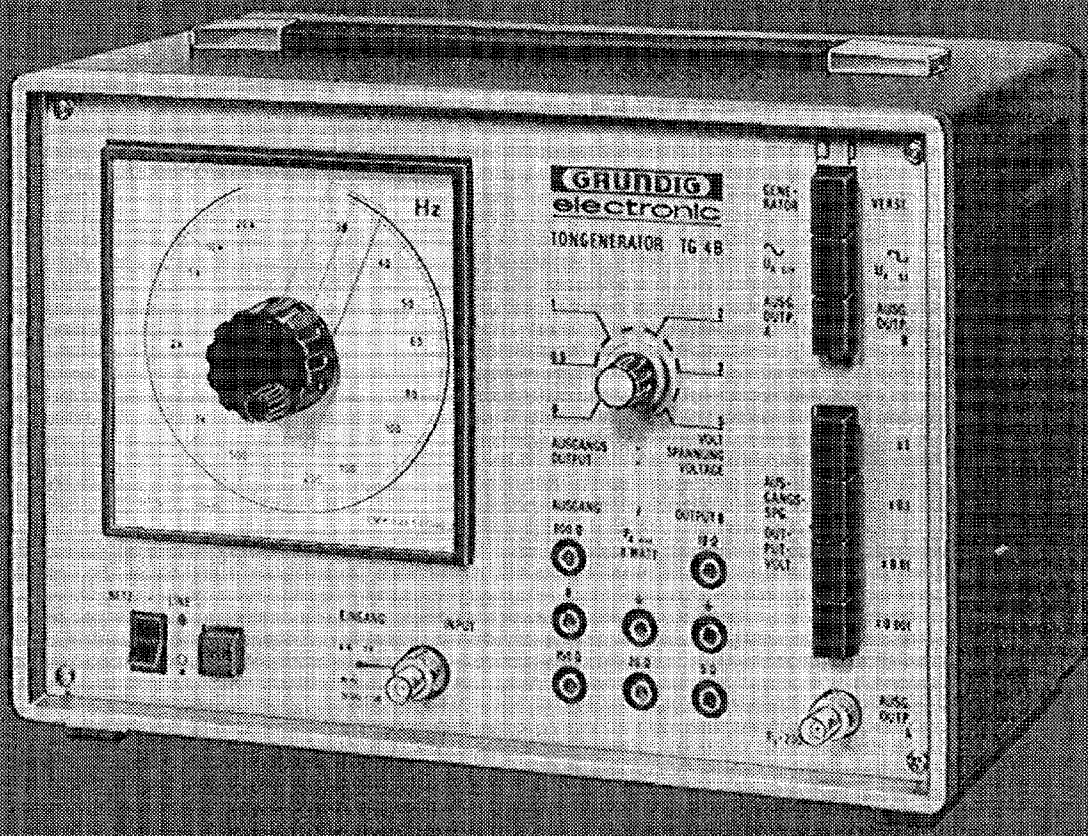
GRUN-01657



BEDIENUNGSANLEITUNG

OPERATING INSTRUCTIONS

Tongenerator TG 4 B

GRUNDIG

electronic

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	**Beschreibung**	4
1.1	Aufgaben und Anwendung	4
1.2	Wirkungsweise	4
2.	**Inbetriebnahme und Bedienung**	6
2.1	Netz-Anschluß - Umschaltung - Sicherungen	6
2.2	Einschalten	6
2.3	Generatorbetrieb	8
2.3.1	Sinusspannung	8
2.3.2	Rechteckspannung	8
2.3.3	Verstärkerbetrieb	8
3.	**Anwendungen**	8
3.1	Aufnahme des Frequenzganges bei einem Tonbandgerät	8
3.2	Frequenzmessung	12
3.3	Bestimmung der Induktivität und Güte einer Spule	16
3.3.1	Bestimmung der Induktivität	16
3.3.2	Bestimmung der Spulengüte	18
3.4	Bestimmung einer Kapazität	18
3.5	Messung des Innenwiderstandes eines Leistungsverstärkers	20
3.6	Prüfung von Verstärkern mit Rechteckspannung	24
4.	**Wartung**	24
5.	**Technische Daten**	26
6.	**Lieferbares Zubehör**	30

List of contents

		Page
1.	**Description**	5
1.1	Purpose and Application	5
1.2	Operation	5
2.	**Setting up and use**	7
2.1	Mains selection, connection and fuses	7
2.2	Switching on	7
2.3	Generator operation	9
2.3.1	Sine wave signal	9
2.3.2	Square wave signal	9
2.3.3	Amplifier operation	9
3.	**Applications**	9
3.1	Plotting of tape recorder frequency response	9
3.2	Frequency measurements	13
3.3	Measurement of inductance and Q of a coil	17
3.3.1	Measurement of inductance	17
3.3.2	Measurement of coil Q	19
3.4	Measurement of capacity	19
3.5	Measurement of source impedance of a power amplifier	21
3.6	Amplifier checks using square wave signals	25
4.	**Maintenance**	25
5.	**Specification**	27
6.	**Available accessories**	30

1. Beschreibung

1.1 Aufgaben und Anwendung

Der Tongenerator TG 4 B ist ein RC-Generator, mit dem sich der NF-Frequenzbereich von 30 Hz bis 20 kHz — wie bei einem Schwebungssummer — ohne Umschalten kontinuierlich überstreichen läßt. Die Frequenzkonstanz ist über den gesamten Bereich unverändert.

Das Gerät eignet sich als Meßspannungsquelle für Messungen an Übertragungseinrichtungen wie Verstärkern, Tonbandgeräten, Lautsprechern, Filtern, Leitungen, Übertragern u. ä., zur Speisung von Meßbrücken, zur Fremdmodulation von Prüfsendern sowie zum raschen Prüfen von Lautsprechern und anderen Schallgebern. Die 600-Ω- und 150-Ω-Wicklung des Leistungsaugangs sind erdfrei ausgeführt, so daß sich das Gerät auch zur Speisung von gegenüber Masse hochliegenden Stromkreisen eignet. Dem 600-Ω-Ausgang kann eine Leerlaufspannung von max. 60 V_{eff} entnommen werden. Sie läßt sich mit einem dekadischen Grobteiler in 4 Stufen und mit einem Feinregler kontinuierlich einstellen.

Die Ausgangsspannung kann wahlweise von einer Sinus- in eine Rechteckform umgeschaltet werden, da die Prüfung linearer Übertragungssysteme mit Rechteckspannungen in vielen Fällen eine rasche Beurteilung des Meßobjektes zuläßt.

Der Meßausgang (Ausg. A) liefert bei Sinusform der Ausgangsspannung klirrarme Spannungswerte von ca. 0,5 mV_{eff} bis 5 V_{eff}, so daß Klirrfaktoren von HiFi-Verstärkern praktisch fehlerfrei gemessen werden können. Bei Rechteckform der Ausgangsspannung stehen am Meßausgang 0,5 mV_{ss} bis 5 V_{ss} zur Verfügung. Die Anstiegszeit liegt unter 30 ns.

Das Gerät ist auch als Verstärker mit hochohmigem Eingang (ca. 1 MΩ) zu verwenden. Die Vollaussteuerung des Leistungsverstärkers wird je nach Einstellung des Feinreglers mit Eingangsspannungen zwischen 0,15 V und 3 V erreicht.

In Verbindung mit einem Lautsprecher kann der Tongenerator auch als Signalverfolger Verwendung finden.

Die durch Temperatur- und Netzspannungsschwankungen auftretenden Frequenz- und Amplitudenänderungen sind gering und für das Meßergebnis ohne Bedeutung.

1.2 Wirkungsweise

Der frequenzbestimmende Kreis ist nach dem Prinzip der Wien'schen Brücke aufgebaut. Durch Verwendung einer RC-Kettenschaltung statt der üblichen ohm'schen Widerstände konnte der Frequenzbereich so erweitert werden, daß Frequenzen von 30 Hz bis 20 kHz mit einem Drehkondensator einstellbar sind.

Die Amplitude wird durch einen Kaltleiter im Rückkopplungszweig konstant gehalten.

Der Fußpunkt der Wien'schen Brücke liegt nicht an Masse, sondern bildet den Gegenkopplungszweig der ersten Verstärkerstufe. Dadurch gehen Änderungen des Eingangswiderstandes nur geringfügig auf die Frequenz ein.

1. Description

1.1 Purpose and Application

The TG 4 B is an RC-generator, designed to cover the full audio frequency range from 30 Hz to 20 kHz in one full sweep, without any form of range selection — similar to a beat frequency oscillator. The frequency constancy remains unaltered across the full frequency range.

The instrument is suitable as signal source to measure amplifiers, tape recorders, loudspeakers, filters, transmission paths, transformers and others. It may also be used to feed bridge networks, to modulate test transmitters and to check loudspeakers and other forms of transducers. The 600 Ω and 150 Ω impedance output windings of the power output stage are isolated from earth and allow the use of the generator in circuits not referred to any chassis or earth potential. The open circuit output potential of the 600 Ω output is 60 V r. m. s. which may be subdivided by 4 stages of a coarse control and by a continuously fine control.

The output signal is either a sine or a square wave. Linear transmission systems are often checked by a square wave signal which allows a quick assessment of the test object performance.

The test output (output A) delivers under sine wave conditions output signals of very low inherent distortion and at a level from 0.5 mV r. m. s. to 5 V r. m. s. and allows the measurement of the distortion factor in HiFi amplifiers. The output level of a square wave signal is from 0.5 V peak to 5 V peak to peak, having a rise time of less than 30 ns.

A high impedance output (1 MΩ approx.) is also fitted. The power output stage is fully modulated with input levels between 0.15 V and 3 V, depending on the setting of the fine control.

When used with a loudspeaker, the generator may also be used as a signal tracer.

Frequency and amplitude deviations, caused by temperature and mains voltage variations, are very low and of no importance to the test result.

1.2 Operation

The frequency determining circuit is formed by a Wien bridge. The use of an RC chain insteead of the more usual resistance network has extended the frequency range sufficiently to cover the full audio band from 30 Hz to 20 kHz by one variable condenser.

The amplitude ist kept constant by the cold filament of a bulb in the feedback loop.

The reference point of the Wien bridge is not taken to chassis but also forms the feedback loop for the first amplifier stage. This prevents frequency variations because of changes in the input source impedance.

Die Generatorspannung wird an einem Potentiometer abgegriffen und über eine weitere Verstärkerstufe auf den Grobspannungsteiler gegeben. Dadurch bleibt der Ausgangswiderstand des Meßausgangs konstant.

Der Tongenerator TG 4 B liefert Sinus- und Rechteckspannungen. In Stellung „Rechteck" wird die Generatorspannung auf einen sog. „Stromtrigger" gegeben und in eine Rechteckspannung umgeformt. Den Außenwiderstand der zweiten Stufe bildet ein Potentiometer, mit dem sich die Rechteckamplitude kontinuierlich einstellen läßt. Sie wird galvanisch über einen Teiler auf den Grobteiler ausgekoppelt, so daß der Ausgangswiderstand weitgehend konstant bleibt. Die Potentiometer für die Sinus- und die Rechteckspannung befinden sich auf der gleichen Achse. Die Ausgangsspannung ist so heruntergeteilt, daß die Spannungswerte des Feinreglers bei Sinusspannung dem Effektivwert und bei Rechteckspannung dem Spitze-Spitze-Wert entsprechen. In Stellung „Leistungsausgang" wird am Ausgang des Grobteilers die Steuerspannung für die Endstufe abgenommen. Die Gegentakt-Endstufe wird über eine Komplementär-Treiberstufe angesteuert. Die Endstufe ist durch eine elektronische Überlastungssicherung geschützt.

Zur Leistungsanpassung verschiedener Impedanzen und zur Herstellung eines erdfreien Ausgangs ist ein Übertrager nachgeschaltet.

In Stellung „Verstärker" ist die Wien'sche Brücke abgeschaltet. Der Eingang des Verstärkers liegt über eine Begrenzungsschaltung gegen Überspannungen an der Eingangsbuchse. Der Eingangswiderstand beträgt ca. 1 MΩ.

Das elektronisch stabilisierte Netzteil gewährleistet die Amplitudenkonstanz der Ausgangsspannung. Das Netzteil ist durch einen Thermo-Schalter gegen unzulässige Erwärmung geschützt.

2. Inbetriebnahme und Bedienung

2.1 Netz-Anschluß - Umschaltung - Sicherungen

Der Tongenerator TG 4 B ist für eine Netzspannung von 220 V eingestellt. Nach Umlöten der Drahtbrücken auf der Druckseite der linken Druckschaltungsplatte (von vorn gesehen) und Wechsel der Sicherung auf 0,63 A/250 V (träge) ist das Gerät auch bei einer Netzspannung von 110 V zu betreiben.

Zum Öffnen des Gehäuses sind die beiden Schrauben an der Rückwand zu lockern und seitlich zur Mitte hin zu verschieben. Das Chassis läßt sich dann zusammen mit der Rückwand herausziehen.

2.2 Einschalten

Das Gerät ist mit dem Schalter ① einzuschalten. Dabei leuchtet die Betriebsanzeigelampe ② auf. Unmittelbar nach dem Einschalten ist das Gerät betriebsbereit.

The TG 4 B delivers sine wave or square signals. In its square wave mode of operation the generator output is fed to a current trigger stage which shapes the square wave pulse. A potentiometer forms the load impedance of the second stage to provide a continuously variable square wave amplitude setting. It is directly coupled through a divider to the coarse control and thereby maintains an almost constant output impedance. The potentiometers for the sine wave and the square wave signals are mounted onto the same spindle and the output levels are attenuated in such a manner that the fine control indicates r. m. s. values for sine wave operation and peak to peak values for square wave operation. When using the power output stage then this is driven by a signal from the coarse divider. The push-pull output stage is modulated through a driver stage equipped with complementary transistors and it is protected by an electronic overload cut-out.

An output transformer is used to provide the different output impedances and to isolate the output from chassis and earth.

The Wien bridge is disconnected in the "amplifier" position and the amplifier input is now connected through a limiter circuit to prevent damage through overload to the input socket. The input impedance is 1 MΩ.

The electronically stabilised mains unit ensures a constant amplitude of the output signal. The mains unit is fitted with a thermal switch to safeguard against excessive heat rises.

2. Setting up and use

2.1 Mains selection, connection and fuses

The TG 4 B signal generator is supplied set to a mains input voltage of 220 V. 110 V operation is possible by re-soldering the wire links on the l. h. printed board (viewed from front) and by replacing the fuse by one of 0.63 A/250 V (surge resisting).

To open the case, losen the two rear screws and slide towards the centre. The chassis may now be removed together with the back panel.

2.2 Switching on.

Operate switch ① to switch on. This will cause the pilot bulb ② to light up. The instrument is ready for use immediately after switching on.

2.3 Generatorbetrieb

2.3.1 Sinusspannung:

Mit der Taste ⑦ ist der Leistungsausgang ④ oder Meßausgang ⑤ zu wählen. Die Ausgangsspannung am Grobteiler ist mit den Tasten ⑥ und mit dem Feinregler ⑩ einzustellen (die Zahlen am Feinregler entsprechen dem Effektivwert bei Leerlauf). Mit der Abstimmung ⑪ ist die Frequenz einzustellen. Die Tasten ⑧ und ⑨ müssen ausgerastet sein.

2.3.2 Rechteckspannung:

Taste ⑧ drücken; weitere Bedienung wie unter „Sinusspannung" (die Zahlen am Feinregler entsprechen dem Spitze-Spitze-Wert bei Leerlauf).

2.3.3 Verstärkerbetrieb

Taste ⑨ drücken. Mit der Taste ⑦ ist der Leistungsausgang ④ oder Meßausgang ⑤ zu wählen. An Buchse ③ ist die Eingangsspannung einzuspeisen, mit dem Feinregler ⑩ ist die gewünschte Ausgangsspannung einzustellen.

Anmerkung

Spannungen über 1 V sollten während des Generatorbetriebes nicht an der Eingangsbuchse liegen, da sonst eine Schwebung mit der Generatorfrequenz auftreten kann.

3. Anwendungen

In Verbindung mit dem Tongenerator TG 4 B besteht die Möglichkeit, innerhalb des NF-Frequenzbereiches Vierpole wie z. B. Pässe, Filter, Brücken und Verstärker auf ihre Übertragungseigenschaften zu prüfen. Außerdem können Frequenz-, Induktivitäts- und Kapazitätsmessungen durchgeführt werden.

Aus der Vielzahl der Anwendungsmöglichkeiten des Tongenerators TG 4 B sind nachfolgend einige Beispiele herausgegriffen und näher erläutert.

3.1 Aufnahme des Frequenzganges bei einem Tonbandgerät

Bekanntlich nimmt die Wiedergabespannung am Magnetkopf nach dem Induktionsgesetz mit der Frequenz zu, während sie andererseits durch die Eisenverluste und Spaltfunktion des Kopfes bei höheren Frequenzen stark abnimmt. Es muß deshalb der Verstärker des Tonbandgerätes entsprechend vorverzerrt sein.

Nach DIN sind die Frequenzgänge für Aufnahme und Wiedergabe gemäß dem in Abb. 2 (Seite 10) aufgezeichneten Verlauf genormt.

2.3 Generator operation

2.3.1 Sine wave signal

Use button ⑦ to select between power output ④ or test output ⑤. Select the output amplitude by the buttons of he coarse divider ⑥ and by the fine control ⑩. The fine control calibrations correspond to the r. m. s. amplitude under open circuit output conditions. Select the frequency required by control ⑪. Keys ⑧ and ⑨ must be in their neutral position.

2.3.2 Square wave signal

Depress key ⑧ and carry out further selections and adjustments as shown under "sine wave signals". The fine control calibrations now correspond to the peak to peak open circuit amplitude.

2.3.3 Amplifier operation

Depress key ⑨ and select the power output or the test output by keys ⑦ or ④ respectively. Feed the input signal to socket ③ and select the required output amplitude by the fine control ⑩.

3. Applications

The TG 4 B signal generator may be used to check most types of four-poles, such as filters, pass band networks, bridges and amplifiers and to assess their transmission characteristics. In addition it allows frequency-, inductivity- and capacity measurements.

The multitude of the many different applications allows particular and specific reference to a few only.

3.1 Plotting of tape recorder frequency response

The playback potential from the playback head of a tape recorder rises according to the law of induction with frequency, falling at higher frequencies due to eddy current losses and due to the finite gap width. To compensate for such losses frequency correction networks are incorporated in tape recorder amplifiers which have a response according to DIN standards as shown in Fig. 2. (Page 10).

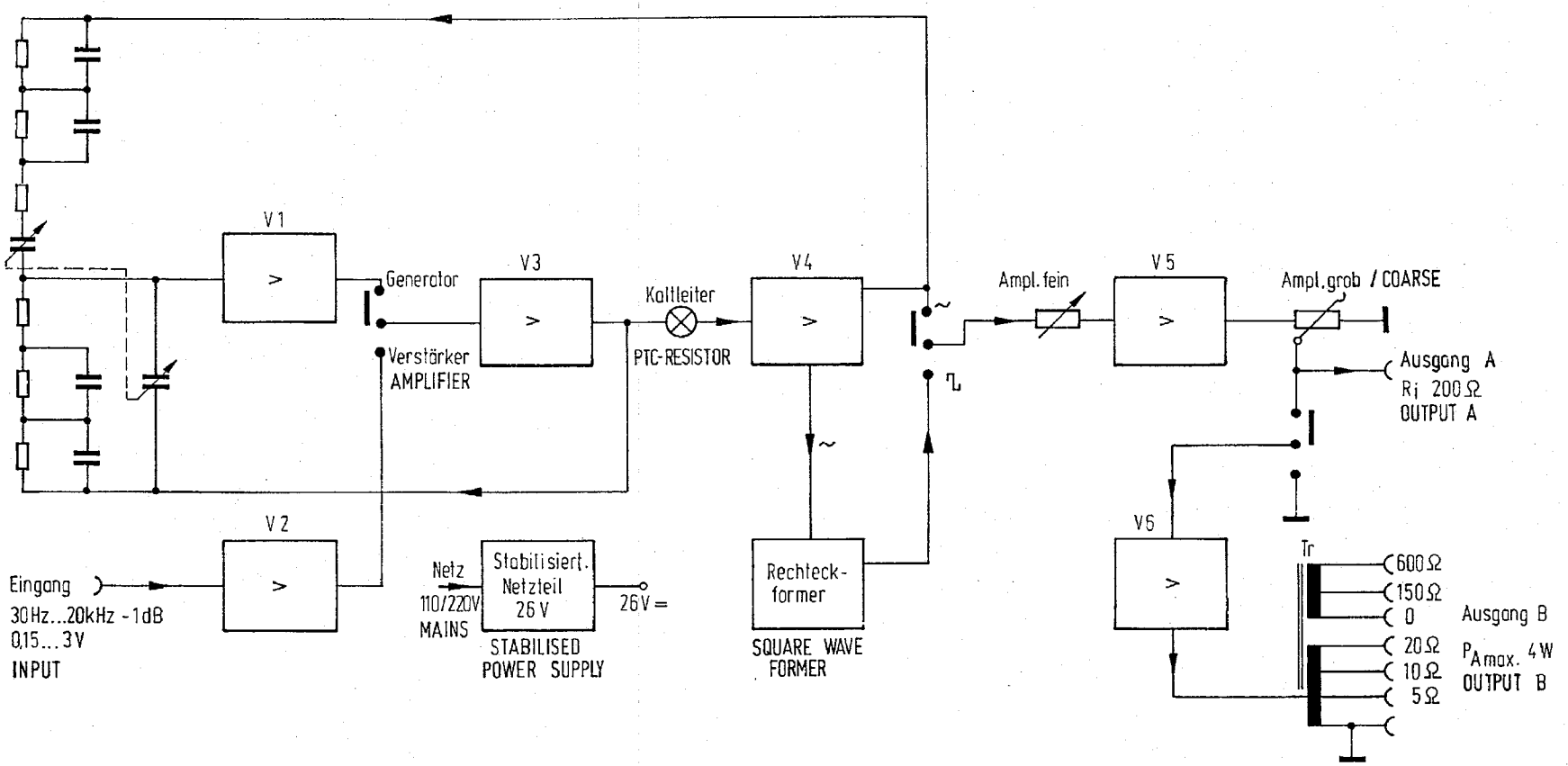


Abb. 1 Blockschaltbild Tongenerator TG 4 B

Fig. 1 Block schematic diagram Signal generator TG 4 B

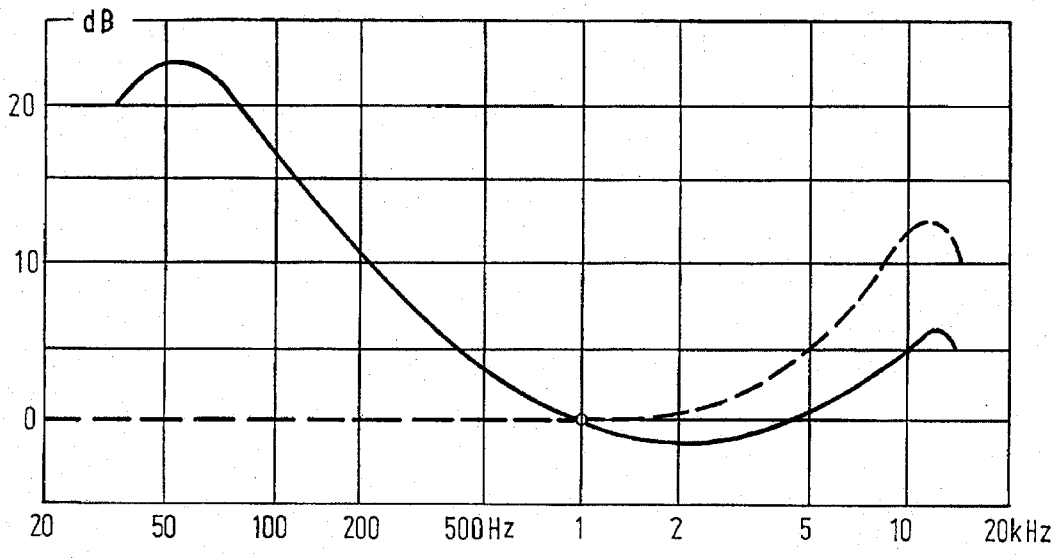


Abb. 2

Fig. 2

Frequenzgang Wiedergabeverstärker
FREQUENZY RESPONSE PLAYBACK AMPLIFIER

Frequenzgang Aufnahmeverstärker
FREQUENZY RESPONSE RECORDING AMPLIFIER

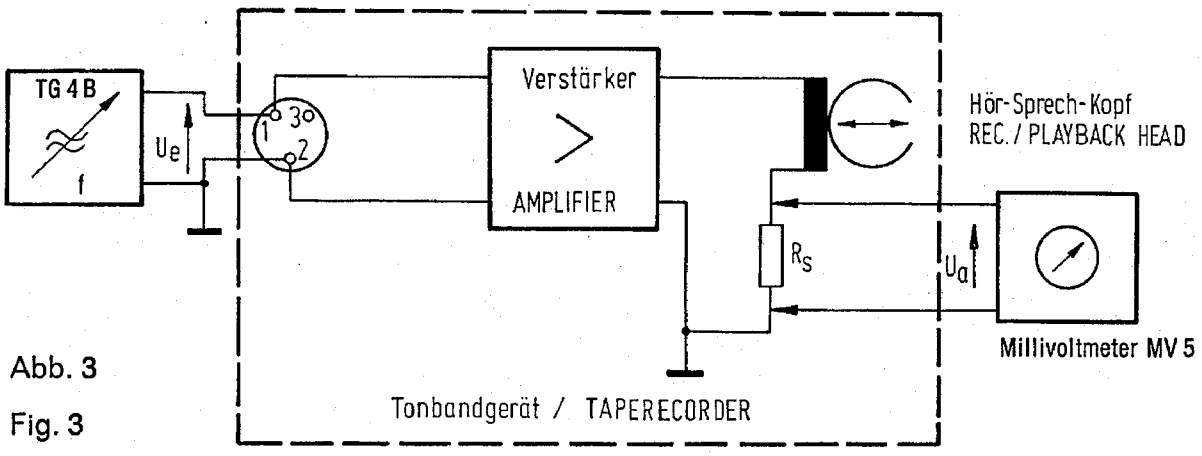


Abb. 3

Fig. 3

Oszillograph (z.B Grundig G10/13, M010/13)

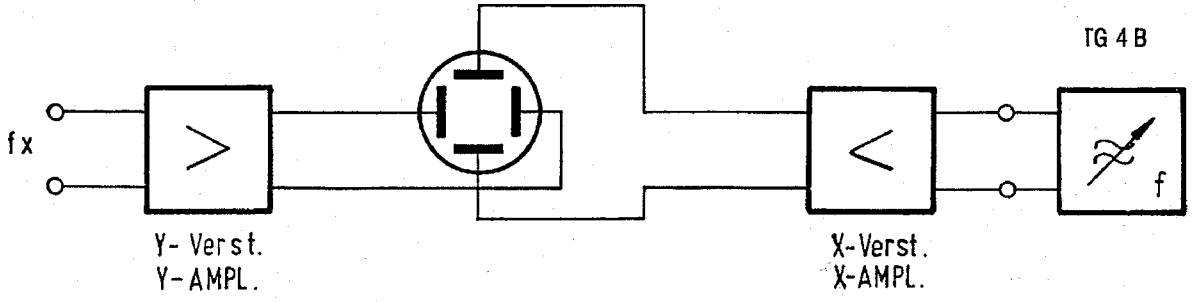


Abb. 4

Fig. 4

Nachfolgend wird die Messung des Aufnahmefrequenzganges näher erläutert.

Die Abb. 3 (Seite 11) zeigt die Meßanordnung.

Der Kopfstrom ist als Spannungsabfall an einem gegenüber der Impedanz des Kopfes vernachlässigbar kleinen Widerstand R_s (z. B. 10 ... 100 Ω) zu messen.

Es ist:

$$J_{NF} = \frac{U_a}{R_s}$$

Beispiel: Bei einem Magnetkopf mit der Impedanz von 4 kΩ (bei 1 kHz) wird R_s = 100 Ω verwendet. Der NF-Strom soll 80 µA betragen.
Man mißt also an R_s:

$$U_a = J_{NF} \cdot R_s = 80\,\mu A \cdot 100\,\Omega = 8\,mV$$

Der Widerstand R_s ist so zu wählen, daß im Meßergebnis nur Kommastellen einzusetzen sind und von der Skala des Voltmeters der Zahlenwert direkt abgelesen werden kann.

Zur Aufnahme des Frequenzganges genügt es, die Spannung U_a am Widerstand R_s so einzustellen, daß das Millivoltmeter bei 1 kHz 0 dB anzeigt. Der von der Herstellerfirma des Tonbandgerätes vorgeschriebene Spannungswert ist dabei zu beachten.

Um Übersteuerungen und damit eine Verflachung der Frequenzgangkurve zu vermeiden, ist die Eingangsspannung durch Umschalten auf den nächstniedrigeren Spannungsbereich des Tongenerators um 20 dB (1 : 10) herabzusetzen.

3.2 Frequenzmessung

Die Frequenzbestimmung durch Vergleich einer unbekannten mit einer bekannten Frequenz mit Hilfe eines Elektronenstrahl-Oszillographen hat große Verbreitung gefunden.

Das Verfahren beruht darauf, daß die beiden in der Frequenz zu vergleichenden Spannungen jeweils über den entsprechenden Ablenkverstärker an die X- und Y-Platten gelegt werden (Abb. 4, Seite 11). Dadurch wird der Elektronenstrahl gleichzeitig von zwei Wechselspannungen beeinflußt und zeichnet somit auf dem Bildschirm eine sog. „Lissajous-Figur", welche die Frequenzverhältnisse anzeigt.

Sind beide Frequenzen gleich, so entsteht eine Ellipse, deren Neigung und Öffnung von der Phasenlage der beiden Spannungen zueinander abhängig ist.

Bei einem ganzzahligen, vielfachen Verhältnis einer Frequenz gegenüber der anderen entstehen gekreuzte Schleifen (s. Abb. 5, Seite 14).

Das Frequenzverhältnis kann durch Abzählen der Berührungspunkte zweier aneinanderstoßender Kanten eines die Schleifen umhüllenden Vierecks ermittelt werden.

Da ein Frequenzverhältnis von 1 : 5 noch gut auszuzählen ist, lassen sich mit dem Tongenerator TG 4 B Frequenzen von 6 Hz bis 100 kHz bestimmen.

Mit dem Frequenzvergleich durch Kreiszykloiden läßt sich das Frequenzverhältnis auf 1 : 50 erweitern. Der Leuchtpunkt beschreibt hierbei auf dem Schirm des Oszillographen einen Weg, welcher der Summe zweier rotierender Spannungsvektoren entspricht. Die Meßanordnung dafür ist in Abb. 6 dargestellt.

The details given below explain the measurement of the recording characteristic.

The set-up is shown in Fig. 3 (Page 11)

The head current is measured as the potential drop across a resistor much smaller than the impedance of the head (R_s = 10 . . . 100 Ω).

$$I_{audio} = \frac{V_{rec}}{R_s}$$

Example: The head impedance at 1 kHz is 4 kΩ, R_s is taken as 100 Ω. The required head current is 80 μA.

The potential drop across R_s is now:

$$V_{rec} = I_{audio} \cdot R_s = 80\ \mu A \cdot 100\ \Omega = 8\ mV$$

R_s should be chosen so that only the decimal point is inserted in the result which is read off directly from the meter scale.

When plotting the frequency response, than it is usually sufficient to cause a potential drop across R_s at which the milli-voltmeter indicates 0 dB for 1 kHz. The voltage specified by the tape recorder manufacturers for this test should be observed. To prevent overmodulation and a flattening of the response curve reduce the input signal by 20 dB (1 : 10), using the generator selector switch.

3.2 Frequency measurements

Frequency measurements, using the comparison method with a known frequency and a cathode ray oscilloscope, are now widely accepted. In such cases the known and the unknown frequencies are supplied to the X and Y oscilloscope deflection plates through the corresponding amplifiers (Fig. 1, Page 11). The electron beam is now deflected by two AC signals simultaneously and describes "Lissajous figures", showing the frequency ratios.

If both frequencies are equal, an elliptical figure will be displayed. Its slope and the ratio between its two axis is here determined by the phase angle between the two signals and may be anywhere between a straight line and a full circle.

If one frequency is a whole multiple of the other, a series of loops will appear (see Fig. 5, Page 14).

The frequency ratio is determined by counting the points of contact on two adjacent sides of a rectangle in which the display could be contained. This is adequate for a frequency ratio as high as 1 : 5 and when using the TG 4 B allows the determination of frequencies between 6 Hz and 100 kHz.

The frequency ratio may be extended when using the cycloid method to a ratio of up to 1 : 50. The beam here follows a path which is the sum of two rotating voltage vectors. The test set-up is shown in Fig. 6.

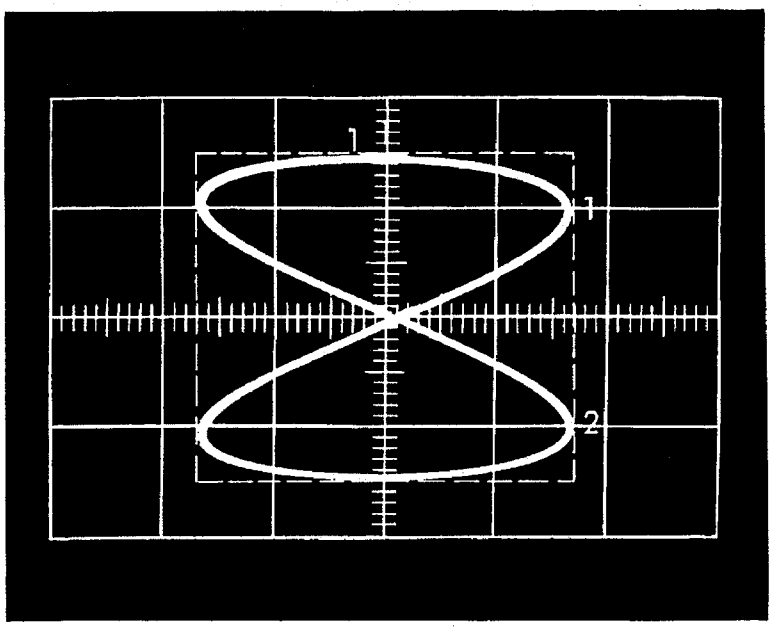


Abb. 5 a

Fig. 5 a

$$\frac{f_{vertikal}}{f_{horizontal}} = \frac{1}{2}$$

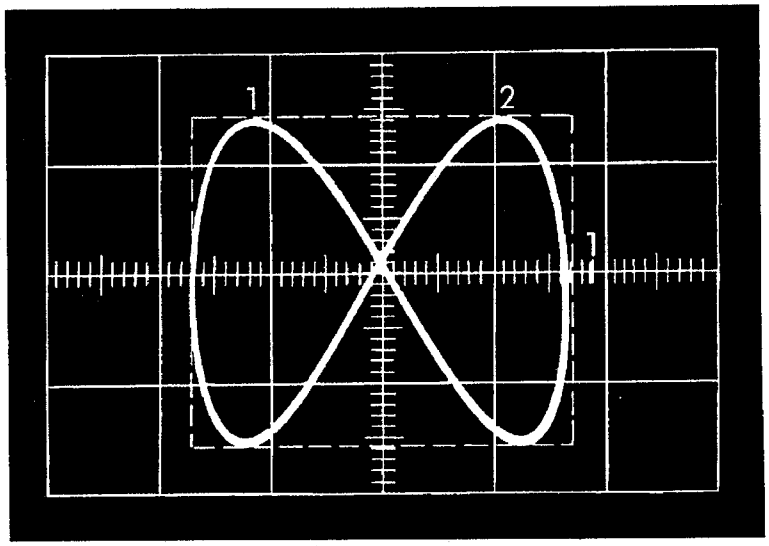


Abb. 5 b

Fig. 5 b

$$\frac{f_{vertikal}}{f_{horizontal}} = \frac{2}{1}$$

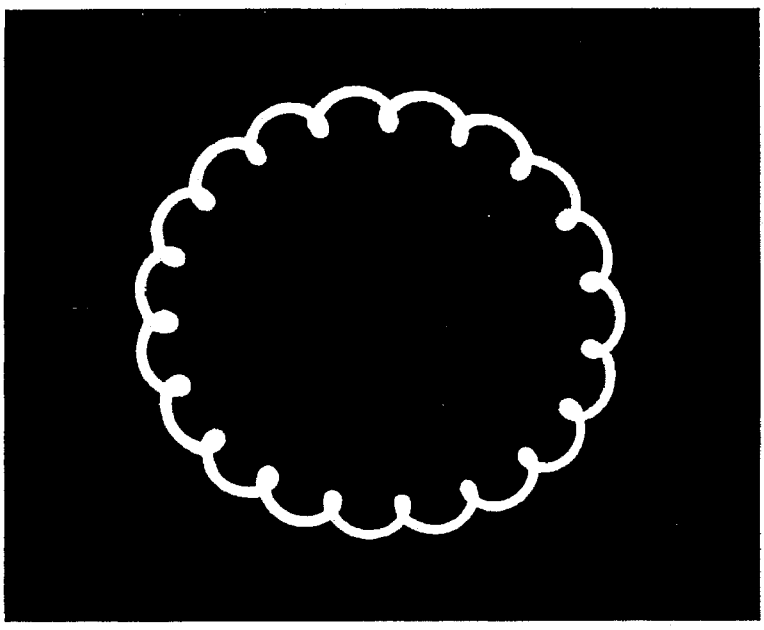


Abb. 7

Fig. 7

Abb. 6

Fig. 6

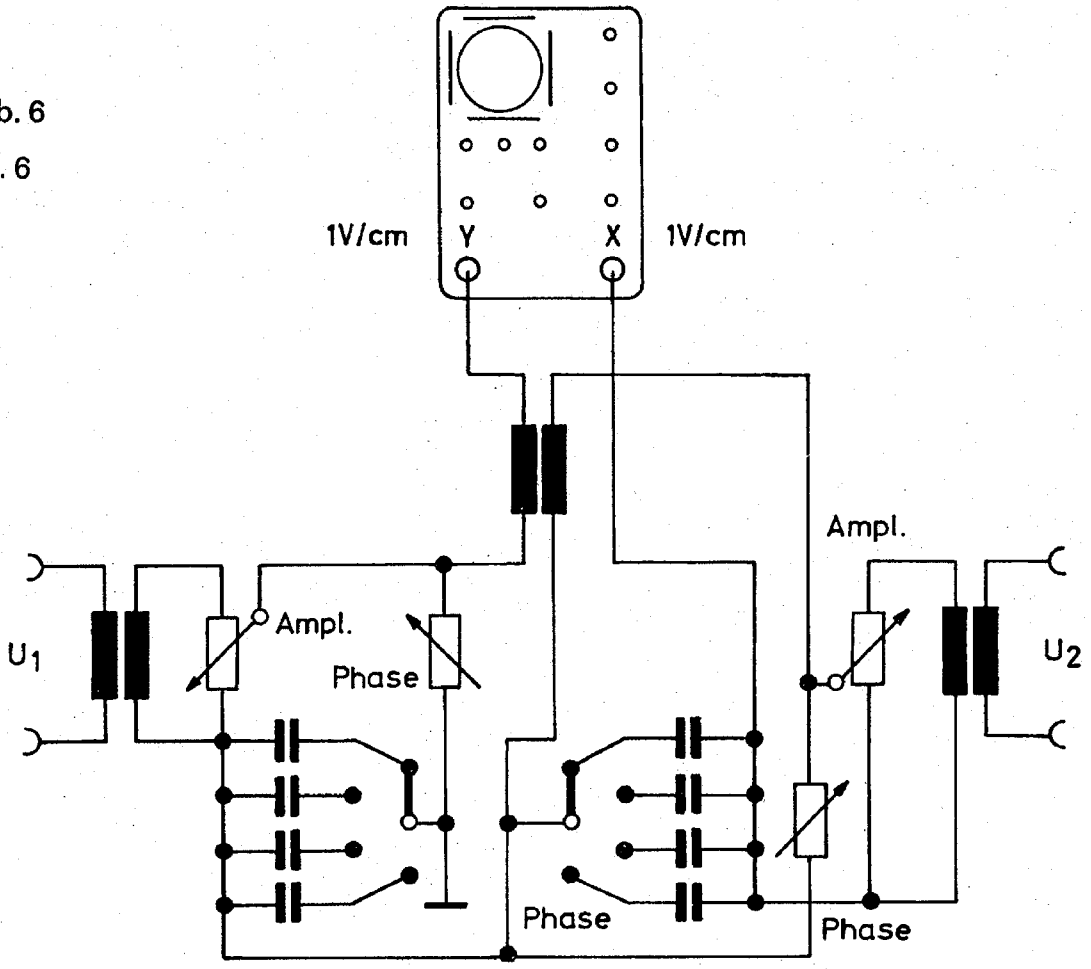
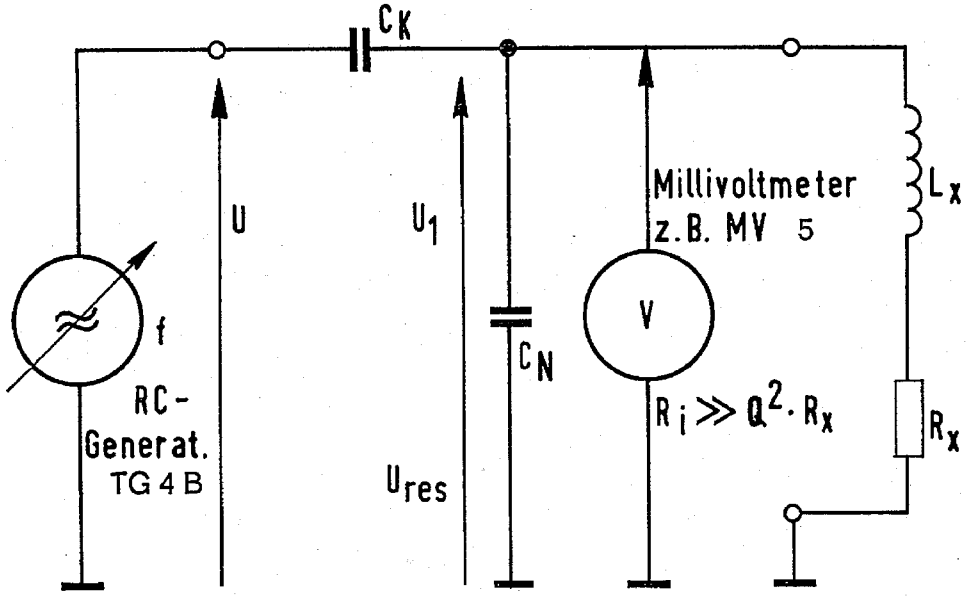


Abb. 8

Fig. 8



Zur Durchführung dieser Messung sind der X- und Y-Verstärker des Oszillographen zunächst auf eine Empfindlichkeit von 1 V/cm einzustellen. Legt man die in der Frequenz zu vergleichenden Spannungen jeweils einzeln an die Eingänge „U_1" bzw. „U_2" der Meßanordnung, kann mit Hilfe der mit „Phase" bezeichneten Bedienungselemente eine kreisförmige Ablenkung des Leuchtpunktes dargestellt werden. Stellt man die mit „Ampl." bezeichneten Regler entsprechend ein, ergibt die Meßspannung mit der niedrigeren Frequenz einen Kreis mit ca. 40 mm Durchmesser. Bei einer höherfrequenten Spannung reicht etwa ein Zehntel dieser Auslenkung aus. Nach diesem Vorabgleich führt man die beiden Spannungen „U_1" und „U_2" gleichzeitig der Meßanordnung zu.

Abb. 7 (Seite 14) zeigt ein Schirmbild, wie es bei einem Frequenzverhältnis von 1 : 20 zustande kommt.

Bei der Auswertung derartiger Figuren ist zu beachten, daß eine Schleife weniger geschrieben wird als es dem Frequenzverhältnis entspricht. In der Abb. 7 (Seite 14) sind deswegen nur 19 Schleifen zu erkennen.

3.3 Bestimmung der Induktivität und Güte einer Spule

Zur Bestimmung einer Induktivität werden häufig Resonanzverfahren angewendet. Von den Möglichkeiten, durch Resonanzabstimmung die Werte einer Spule oder eines Kondensators zu bestimmen, wird nachfolgend das „Vergleichsverfahren" näher erläutert (Abb. 8, Seite 15).

3.3.1 Bestimmung der Induktivität

Durch Verändern der Frequenz f am Tongenerator wird die Resonanz gesucht (U_{res} am Röhrenvoltmeter auf Maximum einstellen).

Die Induktivität beträgt dann in erster Näherung:

$$L_x = \frac{1}{\omega^2_{res} \cdot C_N}; \quad \omega = 2\pi f$$

Zahlenbeispiel: $C_K = 30\,pF$, $C_N = 0{,}1\,\mu F$, $f = 4\,kHz$, $L_x = ?$

Zur schnellen Bestimmung des L-Wertes verwendet man zweckmäßigerweise ein RLC-Nomogramm, aus dem man R, L und C rasch und genügend genau ablesen kann.
Ermittelter Wert: 16 mH

Die genaue Rechnung ergibt:

$$L_x = \frac{1}{(2\pi f)^2 \cdot C_N} = \frac{1}{4\pi^2 \cdot 16 \cdot 10^6\,Hz \cdot 1 \cdot 10^{-7}\,F}$$

$$L_x = \frac{10}{4\pi^2 \cdot 16}\,(H) = \frac{10}{39{,}4 \cdot 16} = 15{,}85\,mH$$

Der Fehler zwischen dem graphisch und dem rechnerisch ermittelten Wert beträgt 1%.

Bei einem $C_N = 0{,}1\,\mu F$ läßt sich mit dem Tongenerator TG 4 B z. B. ein Meßbereich von 600 µH bis 300 H überstreichen.

For this form of frequency comparison the X and Y oscilloscope amplifiers are set to a deflection sensitivity of 1 V/cm. If the frequencies are now applied alternately to the V_1 and V_2 inputs, circle displays will appear which are corrected by the „phase" controls. The amplitude control for the lower frequency is set to obtain a circle display of approximately 40 mm, that of the higher frequency input is set to obtain a circle display of approximately 4 mm. Applying both frequencies simultaneously will display the full cycloid as shown in Fig. 7 (Page 14) which depicts a frequency ratio of 1 : 20. Note that one loop less is depicted than corresponding to the correct ratio.

Fig. 7 shows therefore 19 small loops only.

3. 3 Measurements of inductance and Q of a coil

Resonance measurements are usually employed to determine the inductance of a coil. The comparison method described further below explains how the resonance method may be used to obtain the values of a coil or of a capacitor (Fig. 8, Page 15).

3.3.1 Measurement of inductance

The frequency f is altered to find the frequency at which the millivoltmeter shows maximum deflection (coil resonance frequency).

The inductance is then approximated as:

$$L_x = \frac{1}{\omega^2_{res} \cdot C_N}; \quad \omega = 2\pi f$$

Example: $C_k = 30\,pF$, $C_N = 0.1\,\mu F$, $f = 4\,kHz$, $L_x = ?$

For a quick assessment of the value of L use an RLC nomogram to obtain the approximate values for R, L and C.
value obtained: 16 mH

The more extact calculation reads:

$$L_x = \frac{1}{(2\pi f)^2 \cdot C_N} = \frac{1}{4\pi^2 \cdot 16 \cdot 10^6\,Hz \cdot 1 \cdot 10^7\,F}$$

$$L_x = \frac{10}{4\pi^2 \cdot 16}\,(H) = \frac{10}{39.4 \cdot 16} = 15.85\,mH$$

The degree of error between the graphical and mathematical solution is 1 %.

Using a capacitor C_N of 0.1 µF allows the TG 4 B to cover a range from 600 µH to 300 H.

3.3.2 Bestimmung der Spulengüte

Vor dem Anschließen der unbekannten Induktivität L_x mißt man die Spannung U_1 an C_N, gleicht nach dem Anschluß von L_x auf Resonanz ab und liest die Spannung U_{res} ab.

Die Kreisgüte Q ergibt sich aus:

$$Q_L = \frac{U_{res}}{U_1}$$

Da die Güte des Kondensators C_N (z. B. Kunstfolienkondensator aus Styrol oder Polyester) wesentlich besser als die Spulengüte ist, kann man schreiben:

$$Q_L \approx \frac{U_{res}}{U_1}\,;\; Q_C \gg Q_L$$

Bei diesen Messungen ist folgendes zu beachten:

1. Der Koppelkondensator C_K soll genügend klein sein, damit der Innenwiderstand des Generators nicht als Dämpfung wirksam wird und so die Gütemessung verfälscht. Es soll sein:

$$C_K \leqq \frac{C_N}{1000}$$

2. Als Normalkondensator C_N ist ein Kunstfolienkondensator mit einer engen Toleranz, z. B. $\pm 1\%$, zu verwenden, um die Genauigkeit der Spulengüte Q_L und der Induktivität L_x zu gewährleisten. Außerdem sollte er genügend groß gegen Schalt- und Eingangskapazitäten sein. Alle diese Forderungen werden bei einem Wert von 0,1 µF erfüllt.
3. Der Innenwiderstand des Röhrenvoltmeters muß groß genug sein, um eine zusätzliche Dämpfung des Kreises zu vermeiden. Da das GRUNDIG Millivoltmeter MV 20 einen Eingangswiderstand von $R_e = 10\,M\Omega$ hat, ist es für diese Messungen besonders geeignet.

3.4 Bestimmung einer Kapazität

Mißt man bei einer bestimmten Frequenz den durch einen Kondensator fließenden Strom, kann man daraus seine Kapazität bestimmen. Die Meßschaltung zeigt Abb. 9 (Seite 22).

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß der Serienwiderstand R_s gegenüber dem Blindwiderstand $X_c = \frac{1}{\omega \cdot C}$ vernachlässigbar klein sein soll.

Außerdem nimmt man für diesen Serienwiderstand einen engtolerierten Wert (z. B. $\pm 1\%$), um die Meßgenauigkeit zu erhöhen. Die Frequenz ist so zu wählen, daß der Serienwiderstand R_s gegenüber dem Blindwiderstand X_c vernachlässigbar ist ($X_c > 100 \cdot R_s$).

3.3.2 Measurement of coil Q

Before connecting the unknown inductance L_x measure the voltage V_1 across C_N, connect L_x and tune for resonance. Then read off voltage V_{res}.

The coil Q is derived as:

$$Q_L = \frac{V_{res}}{V_1}$$

Since the Q of a capacitor is usually much better than that of a coil, it may be ignored to simplify as follows:

$$Q_L \approx \frac{V_{res}}{V_1}\ ;\ Q_C \gg Q_L$$

In these measurements observe the following:

1. The coupling capacitor should be sufficiently small to prevent damping by the generator source impedance and thereby cause an incorrect reading. It is recommended that:

$$C_K \leqq \frac{C_N}{1000}$$

2. C_N should be a close tolerance foil capacitor (± 1 %) to ensure the required accuracy when calculating the coil Q_L and inductance L_x. It should also be sufficiently large in comparison with switch and lead capacities. All these requirements are met by a 0.1 µF capacitor.
3. The valve voltmeter input impedance must be large to prevent damping the circuit. The GRUNDIG MV 20 has an input impedance of 10 MΩ and is ideally suitable for this purpose.

3.4 Measurement of capacity

The capacity of a capacitor may be determined by measuring the current flowing through it at a particular frequency. The test network is shown in Fig. 9 (Page 22).

Note that the series resistor R_s should be very small in relation to the reactance

$$X_c = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

The series resistor should be of close tolerance (e. g. ± 1 %) to improve the test accuracy. Use a frequency at which the resistance R_s is very small in relation to the reactance X_c ($X_c > 100\ R_s$).

Es kann dann gesetzt werden:

$$J_c \approx \frac{U}{R_c} \approx \frac{U_1}{R_s}$$

$$\text{d. h. } \frac{U}{U_1} = \frac{R_c}{R_s} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C_x \cdot R_s}$$

$$\text{oder } C_x = \frac{U_1}{U \cdot 2\pi f \cdot R_s}$$

Zahlenbeispiel:

$$U = 10\,V,\ f = 1\,kHz,\ R_s = 100\,\Omega,\ U_1 \text{ an } R_s = 10\,mV$$

$$C_x = \frac{10^{-2}\,V}{10\,V \cdot 10^3\,Hz \cdot 2\pi \cdot 100\,\Omega} = \frac{10^{-8}}{2\pi} = 1{,}59 \cdot 10^{-9}\,F$$

$$C_x = 1{,}59\,nF$$

Zur überschlägigen Ermittlung des Kapazitätswertes aus dem RLC-Nomogramm muß der Blindwiderstand X_c des Kondensators mindestens um den Faktor 10 größer als der Serienwiderstand R_s sein ($X_c > 10 \cdot R_s$).

Dann kann geschrieben werden:

$$X_c \approx \frac{U}{U_1} \cdot R_s;$$

Daraus ergibt sich:

$$X_c = \frac{U}{U_1} \cdot R_s = \frac{10}{10 \cdot 10^{-3}} \cdot 100 = 100\,k\Omega$$

Aus dem RLC-Nomogramm entnimmt man dann zu dem ermittelten Wert von X_c den dazugehörigen Kapazitätswert bei der entsprechenden Frequenz (in diesem Fall 1 kHz).

Der abgelesene Wert beträgt: $C_x \approx 1{,}6\,nF$.

3.5 Messung des Innenwiderstandes eines Leistungsverstärkers

Der Innenwiderstand hochwertiger Verstärker beträgt einen Bruchteil der Lastimpedanz, da ein niedriger Innenwiderstand Einschwingvorgänge z. B. eines Lautsprechers bedämpft und somit die Qualität der Übertragungsanlage erhöht.

Durch Spannungsmessungen bei Laständerung oder durch Strom- und Spannungsmessungen kann der Innenwiderstand bestimmt werden. Bei Strom- und Spannungsmessungen wird der Verstärkerausgang aus einem Generator gespeist, für den der Verstärkerausgang die Belastung darstellt.

Die Meßschaltung ist in Abb. 9 (Seite 22) dargestellt.

Der Innenwiderstand ist

$$R_i = \frac{U}{J}$$

It follows that:

$$V_c \approx \frac{V}{R_c} \qquad \frac{V_1}{R_s}$$

$$\text{e. g. } \frac{V}{V_1} = \frac{R_c}{R_s} = \frac{1}{2\pi f \cdot C_x \cdot R_s}$$

$$\text{or } C_x = \frac{V_1}{V \cdot 2\pi f \cdot R_s}$$

Example:

$$V = 10\,V,\ f = 1\,kHz,\ R_s = 100\,\Omega,\ V_1 \,//\, R_s = 10\,mV$$

$$C_x = \frac{10^{-2}\,V}{10\,V \cdot 10^3\,Hz \cdot 2\pi \cdot 100\,\Omega} = \frac{10^{-8}}{2\pi} = 1.59 \cdot 10^{-9}\,F$$

To approximate the capacitance from an RLC nomogram it is necessary for the reactance X_c of the capacitor to be at least 10 times greater than the series resistance R_s ($X_c > 10 \cdot R_s$).

It now follows:

$$X_c \approx \frac{V}{V_1} \cdot R_s$$

and:

$$X_c = \frac{V}{V_1} \cdot R_s = \frac{10}{10 \cdot 10^{-3}} \cdot 100 = 100\,k\Omega$$

The RLC nomogram shows the capacity value against X_x at the corresponding frequency (here 1 kHz).

The capacity shown is $C_x \approx 1.6$ nF.

3.5 Measurement of source impedance of a power amplifier

The source impedance of high quality power amplifiers is a fraction of their recommended load impedance.. A low source impedance dampens loudspeaker cone overshoot and thereby improves the quality of the transmission system.

The source impedance may be determined by voltage measurements under load variations or by current and voltage measurements. When measuring current and voltage, the amplifier output is fed from a generator for which the amplifier output forms the load impedance.

The test network is shown in Fig. 9 (Page 22).

The source impedance is:

$$R_s = \frac{V}{I}$$

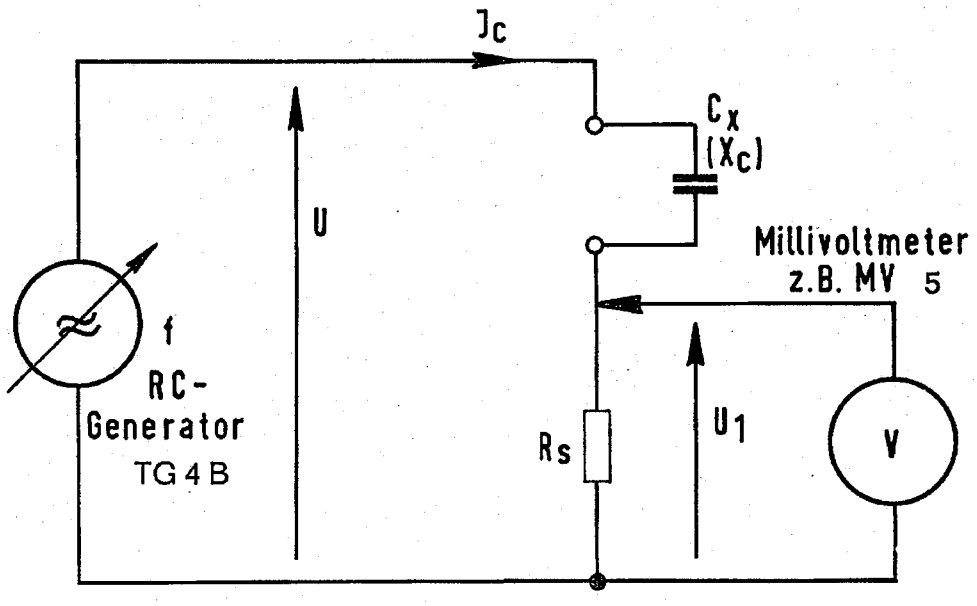


Abb. 9

Fig. 9

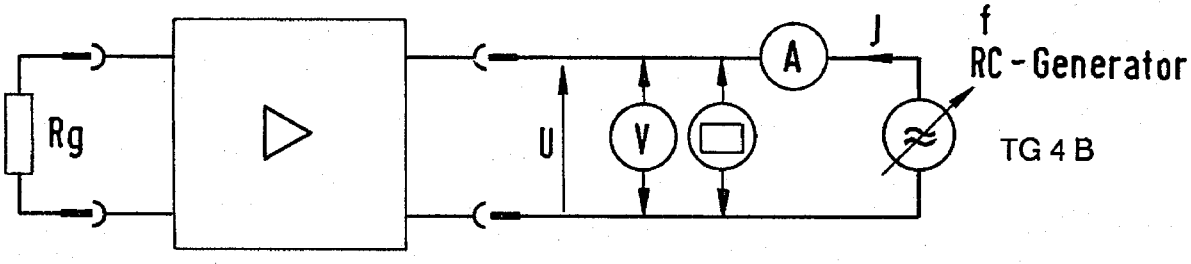


Abb. 10

Fig. 10

Abb. 11

Fig. 11

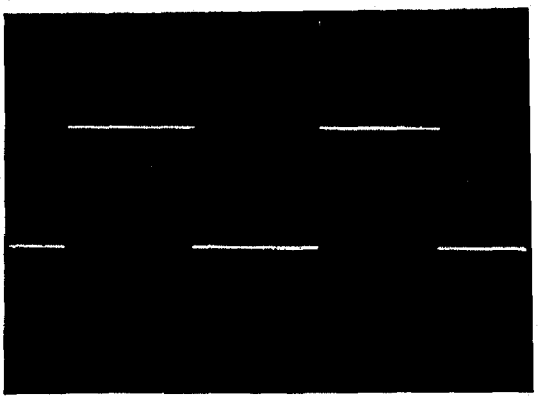


Abb. 12

Fig. 12

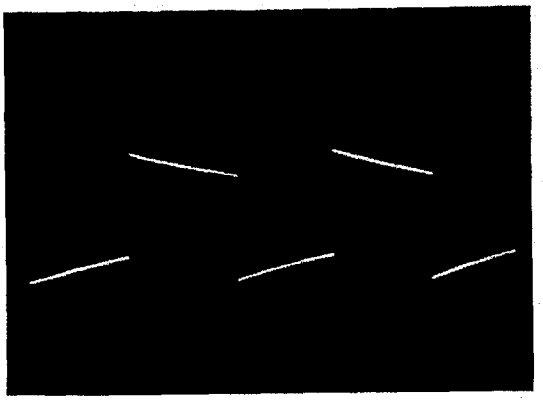


Abb. 13

Fig. 13

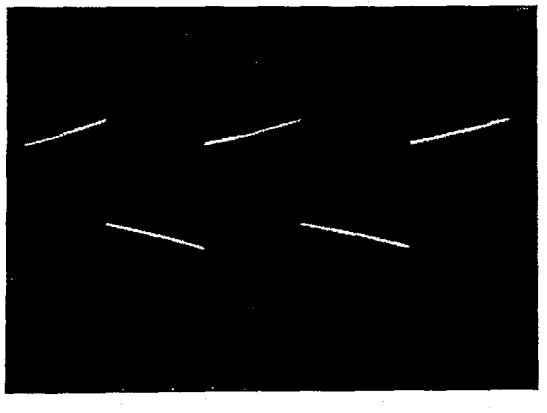
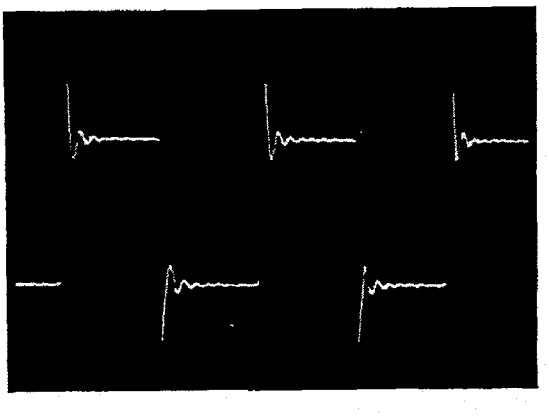


Abb. 14

Fig. 14



Der Eingang des Verstärkers sollte mit dem Generatorwiderstand R_g der vorgesehenen Spannungsquelle (z. B. Plattenspieler) abgeschlossen sein da in manchen Fällen eine Gegenkopplung vom Ausgang auf den Eingang zurückwirkt. Ebenso sollte die Spannung U mit Hilfe eine Oszillographen kontrolliert werden, damit der Generator nicht übersteuert wird.

Beispiel: GRUNDIG HiFi-Stereo-Verstärker NF 1,

$R_g = 100\,k\Omega$, $P_a = 8{,}5\,W$ (pro Kanal)
$R_a = 5\,\Omega$

Meßwerte: $U = 0{,}8\,V$
$J = 1\,A$

$$R_i = \frac{0{,}8}{1} = 0{,}8\,\Omega$$

3.6 Prüfung von Verstärkern mit Rechteckspannung

Der Tongenerator gibt bei gedrückter Taste ⑪ eine Rechteckspannung großer Flankensteilheit ab und ermöglicht infolge seines breiten Frequenzspektrums die rasche Prüfung von Verstärkern hinsichtlich ihrer Übertragungseigenschaften.

Zur Spannungsanzeige ist ein Oszillograph erforderlich, dessen Bandbreite sowie Phasen- und Amplituden-Linearität besser als die des Meßobjektes sein sollte. Vor Beginn einer Messung ist die Rechteckspannung dem Oszillographen direkt zuzuführen, um die Form der Rechteckspannung in die Gesamtbeurteilung einbeziehen zu können. Phasen- und Amplitudenverzerrungen des Prüflings führen zu Verformungen der Rechtecke.

Abb. 11 (Seite 23) zeigt die Rechteckspannung, wie sie der Tongenerator liefert. Arbeitet der Verstärker einwandfrei, ergibt sich am Ausgang wiederum dasselbe unverformte Rechteck. Eine Neigung des Rechteckdaches deutet auf einen Phasenfehler hin.

Abb. 12 (Seite 23) zeigt Phasenvoreilung bei tiefen Frequenzen.

Abb. 13 (Seite 23) zeigt Phasennacheilung bei tiefen Frequenzen. Eine Wölbung des Rechteckdaches deutet auf Amplitudenfehler hin. Ist das Dach nach oben gewölbt, so bedeutet das ein Hervorheben der tiefen Frequenzen. Ist das Dach hingegen durchhängend, ist es ein Nachweis für den Abfall der tiefen Frequenzen. Resonanzen im Verstärker (Überschwingen) erscheinen als Schwingungen auf dem Rechteckdach, wie es Abb. 14 (Seite 23) zeigt.

4. Wartung

Der Tongenerator TG 4 B ist wartungsfrei. Sollten irgendwelche Funktionsstörungen auftreten, ist es zweckmäßig, das Gerät an die nächste Werksvertretung, Niederlassung oder Servicestelle einzusenden.

Bei Ausfall des Betriebsanzeigelämpchens ist dieses nach Abziehen der Abdeckung ② zugänglich. Mit Hilfe eines Stückes passenden Isolierschlauches kann man es leicht auswechseln (Isolierschlauch aufstecken, Lampe herausdrehen).

It is recommended that the amplifier input is terminated with the output impedance R_g of its usual signal source (e. g. record player) since some amplifiers make use of a feedback network which reflects the output impedance into the input. Also, the voltage V should be observed with an oscilloscope to prevent overloading of the generator.

Example: GRUNDIG HiFi Stereo Amplifier NF 1

$R_g = 100\ k\Omega$, $P_o = 8.5\ W$ (per channel)
$R_o = 5\ \Omega$

Test value: $V = 0.8\ V$
$I = 1.0\ A$

$$R_s = \frac{0.8}{1.0} = 0.8\ \Omega$$

3.6 Amplifier checks using square wave signals

With key ⑪ depressed, the signal generator delivers high slope square wave signals. Its wide frequency spectrum allows rapid assessment of the transmission characteristics of amplifiers.

An oscilloscope is used to display the wave form. It must have a bandwidth and a phase and amplitude linearity which is better than that of the test object. Prior to the test, the square wave is supplied to the oscilloscope direct to analyse its own square wave performance and to make allowances for subsequent tests. All phase and amplitude distortions of the object under test will deform the square wave display.

Fig. 11 (Page 23) shows the square wave signal as supplied by the signal generator. A perfect amplifier will reproduce this perfectly. Sloping peaks indicate phase distortion.

Fig. 12 (Page 23) shows the result with a leading phase angle towards the low frequency limit.

Fig. 13 (Page (23) shows the result with a lagging phase angle towards the low frequency limit. A curvature in the square wave peaks is indicative of amplitude distortion. An upward curvature of the positive peaks indicates low frequency emphasis, a downward curvature of the positive peaks indicates lack of low frequency response. Amplifier resonances (overshoots) appear as oscillations in the square wave peaks as shown in Fig. 14 (Page 23).

4. Maintenance

The TG 4 B generator requires no routine maintenance. If any form of malfunction is observed, return the unit to the nearest GRUNDIG Service Depot.

Should the pilot bulb fail, pull-off its cover ② to gain access. Use a small piece of plastic sleeving, push this over the bulb and unscrew.

5. Technische Daten

Frequenzbereich	30 Hz . . . 20 kHz in einem Bereich kontinuierlich einstellbar
Frequenzunsicherheit	± 3,5%
Frequenzänderung bei Temperatur-Änderung	± 0,3%/10° C innerhalb 0 . . . 40° C

Meßausgang

(Leistungsausg. abgeschaltet)	
Spannungsbereich	U_{eff} = 5 mV . . . 5 V
Spannungsteiler	4 Dekaden à 20 dB
Genauigkeit	≦ ± 2%
Feinregler	ca. 1 : 10
Klirrfaktor (bei $R_a \geqq 1\ k\Omega$)	30 Hz . . . 50 Hz ≦ 0,5% > 50 Hz . . . 300 Hz ≦ 0,3% > 300 Hz . . . 20 kHz ≦ 0,1%
Störabstand	ca. 75 dB
Ausgangswiderstand	R_i = 200 Ω ± 2% (Belastung mit 200 Ω ist zulässig)
Frequenzgang	≦ ± 0,8 dB (30 Hz . . . 20 kHz)

Rechteckspannung

Spannungsbereich	U_{ss} = ca. 5 mV_{ss} . . . 5 V_{ss}
Spannungsteiler	4 Dekaden
Feinregler	ca. 1 : 10
Anstiegszeit	ca. 30 ns (bei Belastung von 50 pF und voller Ausgangsspannung)

Leistungsausgang

Ausgangsleistung	ca. 4 W alle Imped.
Ausgangsimpedanz	5/10/20 Ω unsymmetrisch 150/600 Ω symmetrisch
Klirrfaktor bei 4 W	< 1%
Störabstand	ca. 70 dB
Frequenzgang	≦ ± 1 dB
Abschaltautomatik	spricht bei Überlastung oder Kurzschluß der Leistungsausgänge an

5. Specification

Frequency range	30 Hz . . . 20 kHz, covered by one sweep range
Frequency stability	± 3.5 %
Temperature coefficient of frequency	± 0.3%/10° C within 0 . . . 40° C

Test output
(Power output switched off)

Output level	U_{eff} = 5 mV . . . 5 V
Output divider	in 4 decades, 20 dB each
Output level accuracy	≦ ± 2 %
Fine control	1 : 20
Distortion factor (for $R_o \geqq$ = 1 kΩ)	30 Hz . . . 50 Hz ≦ 0.5 % > 50 Hz . . . 300 Hz ≦ 0.3% > 300 Hz . . . 20 kHz ≦ 0.1%
Signal to noise ratio	75 dB approx.
Output impedance	R_s = 200 Ω ± 2 % 200 Ω load is permissable
Frequency response	≦ ± 0.8 dB (30 Hz . . . 20 kHz)

Square wave signal

Output level	5 mV_{pp} . . . 5 V_{pp} approx.
Output divider	in 4 decades
Fine control	1 : 20 approx.
Rise time	approx. 30 ns (with a 50 pF load and at max. output level)

Power output

Output power	4 Watts approx. at all impedances
Output impedance	5/10/20 Ω, unbalanced, 150/160 Ω balanced
Distortion factor at 4 W	< 1 %
Signal to noise ratio	70 dB approx.
Frequency response	≦ ± 1 dB
Automatic cut-off	Responds to overload or short circuit or power outputs.

Verwendung als Verstärker

Ausgangsleistung	ca. 4 W
Klirrfaktor bei 4 W und $U_E \leqq 2$ V	$\leqq 1\%$
Frequenzgang	$\leqq \pm 1$ dB (30 Hz . . . 20 kHz)
Leistungsbandbreite	30 Hz . . . 20 kHz
Eingangsspannung für Vollaussteuerung	ca. 150 mV . . . 3 V kontinuierlich einstellbar
Störabstand	ca. 60 dB
Abschaltautomatik	spricht bei Überlastung oder Kurzschluß der Leistungsausgänge an

Arbeitstemperaturbereich 0 . . . 40° C

Bestückung

Transistoren	2 x BF 244 1 x BD 130; 2 x 2 N 3054; 1 x BC 140; 2 x BC 160; 6 x BC 107; 2 x BC 108; 5 x BC 177; 2 x 2 N 3703; 1 x BSX 69; 2 x BC 107 G
Dioden	4 x BA 127, 2 x TD 68, 1 x 1306 c
Gleichrichter	B 40 C 3200/2000
Sicherungen	0,315 A bei 220 V 0,63 A bei 110 V
Lampen	14 V, 80 mA, Nr. 697 Fa. Alba 60 V, 20 mA, Nr. 8875 Fa. Osram ungesockelt (Kaltleiter)

Allgemeines:

Netzanschluß	110/220 V, 40 . . . 60 Hz, ca. 25 VA
Gehäuse und Abmessungen	Breite ca. 300 mm Höhe ca. 218 mm Tiefe ca. 176 mm
Gewicht	ca. 7 kg

Use as amplifier

Output power	4 Watts approx.
Distortion factor at 4 W and input level of $\leq$ 2 V	$\leq$ 1 %
Frequency response	$\leq \pm$ 1 dB (30 Hz . . . 20 kHz)
Power bandwidth	30 Hz . . . 20 kHz
Input level for full modulation	150 mV . . . 3 V approx., continuously variable
Signal to noise ratio	60 dB approx.
Automatic cut-off	Responds to overload or short circuit of power outputs

Operating temperature range 0 . . . 40° C

Line-up

Transistors	2 x BF 244 1 x BD 130; 2 x 2 N 3054; 1 x BC 140; 2 x BC 160; 6 x BC 107; 2 x BC 108; 5 x BC 177; 2 x 2 N 3703; 1 x BSX 69; 2 x BC 107 G
Diodes	4 x BA 127; 2 x TD 68; 1 x 1306 c
Rectifiers	B 40 C 3200/2000
Fuses	0.315 A for 220 V 0.63 A for 110 V
Bulbs	14 V 80 mA type 697 Messrs Alba 60 V 20mA type 8875 Messrs Osram, no base (cold filament use)

General

Mains connection	110/220 V, 40 . . . 60 Hz, 25 VA approx.
Case and dimensions	width 11¾ inches height 8½ inches depth 7 inches
Weight	15½ lbs approx.

The right is reserved to alter specifications without prior notice.

6. Lieferbares Zubehör

G.UJ 71-02 Anschlußkabel 6047 B:

Zwei Meßschnüre, 1 m lang, beiderseits mit unzerbrechlichen Querloch-Bananensteckern versehen.
Zum Anschluß von Prüfobjekten (Lautsprecher, Schwingkreise usw.) an die Leistungsausgänge.

G.US 58-02 Anschlußkabel L 52:

Flexibles Koaxialkabel, 1 m lang, beiderseits mit BNC-Steckern versehen.
Zum Anschluß weiterer Prüfobjekte oder Meßgeräte an die Buchsen Verstärker-Eingang und Ausgang A.

H.UY 07-00 Übergangsstück BNC-UHF:

Ermöglicht die Verwendung von Zubehörteilen mit Koaxial-UHF-Steckern an Geräten mit BNC-Buchsen.

H.UX 08-00 Übergangsstück UHF-BNC:

Ermöglicht die Verwendung von Zubehörteilen mit BNC-Steckern an Geräten mit Koaxial-UHF-Buchsen.

6. Accessories available

G.UJ 71-02 Connecting cable 6047 B:

two test leads, 2 m long, fitted at each end with unbreakable banana plugs with cross-sockets.
For the connection of test objects (loudspeakers, tuned circuits etc.) to the power outputs.

G.US 58-02 Connecting cable L 52:

Flexible co-axial cable, 1 m long fitted at both ends with BNC plugs.
To connect further test objects or test instruments to the amplifier input or output A sockets.

H.UY 07-00 Adaptor BNC-UHF:

Allows the use of accessories with co-axial UHF plugs on instruments with BNC sockets.

H.UX 08-00 Adaptor UHF-BNC:

Allows the use of accessories with BNC plugs on instruments with co-axial UHF sockets.

The right is reserved to alter specifications and other details without prior notice.

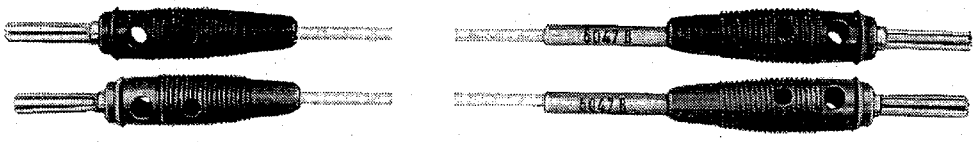


Abb. 15 Anschlußkabel 6047 B

Fig. 15 Connecting cable 6047 B

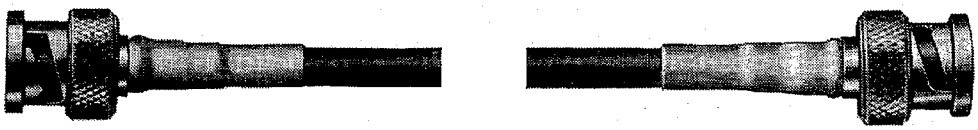


Abb. 16 Anschlußkabel L 52

Fig. 16 Connecting cable L 52

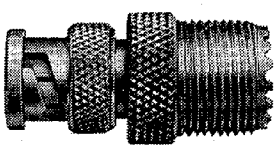


Abb. 17 Übergangsstück BNC-UHF

Fig. 17 Adaptor BNC-UHF

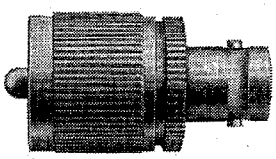


Abb. 18 Übergangsstück UHF-BNC

Fig. 18 Adaptor UHF-BNC